
능동카메라를 이용한 특징기반의 물체추적

정영기* · 호요성**

Feature-based Object Tracking using an Active Camera

Young-kee Jung* · Yo-sung Ho**

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(과제번호: R01-2002-000-00336-0)으로 수행되었음

요 약

본 논문에서는 능동카메라 환경에서 카메라의 움직임에 의해 유발되는 광역움직임(global motion)과 이동물체에 의해 발생하는 지역움직임(local motion)을 분리한 후, 카메라 팬틸트를 제어하여 물체를 추적하는 특징기반의 추적 시스템을 제안했다. 제안한 시스템은 블록기반 움직임 계측을 통해 연속한 2 프레임 사이의 이동 움직임을 찾고, 이 움직임에서 카메라의 움직임으로 인한 광역 움직임을 제거함으로써 전경물체의 지역 움직임만을 추적한다. 이때, 배경만의 움직임만으로 카메라 움직임을 강건하게 계측하기 위하여, 블록기반 움직임에서 배경움직임을 분류하기 위한 지배적인 움직임 추출 방법을 제시한다. 또한 분리된 지역움직임으로부터 잡음물체의 움직임을 제거하기 위하여 꼭지점 특징의 추적궤적 속성에 따른 군집화 알고리즘을 제안한다. 제안한 추적시스템은 여러가지 실험에서 좋은 결과를 보였다.

ABSTRACT

In this paper, we proposed a feature-based tracking system that traces moving objects with a pan-tilt camera after separating the global motion of an active camera and the local motion of moving objects. The tracking system traces only the local motion of the corner features in the foreground objects by finding the block motions between two consecutive frames using a block-based motion estimation and eliminating the global motion from the block motions. For the robust estimation of the camera motion using only the background motion, we suggest a dominant motion extraction to classify the background motions from the block motions. We also propose an efficient clustering algorithm based on the attributes of motion trajectories of corner features to remove the motions of noise objects from the separated local motion. The proposed tracking system has demonstrated good performance for several test video sequences.

키워드

능동카메라, 물체추적, 카메라 움직임, 특징추적, 궤적군집화

1. 서론

최근 제한된 지역내의 이동물체 감시를 위한 무인감시 장치나 영상회의 시스템 등의 응용을 목적으로 한 카메라 자동추적 시스템의 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 이러한 카메라 자동추적 시스템은 이동물체의 출현이 그다지 많지 않은 환경에서 동체의 존재를 자동으로 감지하고 이를 추적함으로써 인간의 역할을 대신하거나, 화자 움직임을 판단하고 이를 추적함으로써 대상물의 안정된 형상을 취득할 수 있게 해준다.

일반적으로 카메라 구동에 의해 이동물체를 추적하기 위한 방법으로 물체의 인식기반 추적방법과 움직임기반 추적방법으로 나눌 수 있다. 인식기반 추적방법은 3차원계의 물체를 인식함으로써 물체의 병진이동(translation), 회전(rotation), 확대/축소(zooming) 등을 해석하기는 용이하나 인식을 위한 정보검색 공간이 커 계산량이 매우 많으며, 계산의 복잡도가 커서 실시간 시스템에 적용하기 어렵다[1].

움직임 기반 추적방법은 영상내의 움직임 에너지에 근거하여 추적을 행한다. Anderson 등은 영상의 움직임량에 기반한 저수준 특징(low-level features)을 이용하여 움직임 인식을 시도하였다. 즉, 인접영상의 시공간 미분(spatio-temporal derivative)에 의한 움직임 에너지(motion energy)에 기초한 감시 장치에의 응용을 목적으로 이동체 검출의 방법을 기술하였다[2][3]. Murray는 능동카메라 환경에서 3차원 실 좌표계의 원근 투영 변환을 이용하여 배경의 움직임을 보정하는 배경 보상(background compensation)을 실시하며 여기서 얻은 움직임 에너지에 근거하여 단일 이동물체의 추적을 행하였다[4][5][6][7]. 움직임기반 추적방법은 대상물체의 형태나 크기의 변화에 관계없이 상대적으로 덜 복잡한 연산으로 추적 시스템을 구현할 수 있으나 잡음에 민감하며, 영상에 초래되는 전반적인 환경변화 즉, 조도의 변화, 배경의 미세한 움직임 등에 적용하기 어렵다.

본 논문에서는 블록기반 움직임 계측을 통해 연속한 2 프레임사이의 이동 움직임을 찾고, 이 움직임에서 카메라의 움직임으로 인한 광역 움직임을 제거한 후, 전경물체의 지역 움직임만을 추적하는 알고리즘을 제안한다. 이때, 배경만의 움직임만으로 카메라 움직임을 강건하게 계측하기 위하여, 블록기반 움직임에서 지배적인 움직임을 효과적으로 추출하고, 또한, 광역움직임 제거후, 전경물체를 안정적으로 추적하기 위하여 꼭지점 특징의 추적적 속성에 따른 군집화 알고리즘을 제안한다. 따라

서, 전경 물체들의 움직임은 카메라 움직임 표현이 아니기 때문에 카메라 움직임 분리물의 존재에 의해 방해받지 않는다. 이때, 배경의 움직임과 물체의 움직임을 안정적으로 구분하기 위하여 꼭지점 특징추적의 움직임 궤적을 이용한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II절에서는 제안된 추적 알고리즘 구성과 제안된 알고리즘을 상세히 설명한다. III절에서는 제안된 알고리즘을 여러가지 환경에서 취득한 실험영상에 적용하고, 실험 결과를 나타낸다. 마지막으로 IV절에서는 결론을 내린다.

II. 제안된 물체추적 알고리즘

제안된 추적 알고리즘 구성은 그림 1과 같이 카메라 움직임 계측, 특징추출 및 추적, 움직임 검지 및 필터링, 팬틸트 카메라 제어의 4단계로 나누어진다.

먼저 첫 번째 단계인 카메라 움직임 계측 단계에서는 현재영상 I_t 와 이전영상 I_{t-1} 간의 블록기반 움직임 계측 등을 통해서 팬틸트 구동에 따른 카메라 이동량을 계산하게 된다. 특징추적 단계에서는 계산된 카메라 이동량을 현재 특징점 좌표에 더하여 카메라 움직임에 의한 광역움직임을 제거한 다음, 움직임이 보상된 좌표 주변의 일정영역에서 상관정합기법을 이용하여 특징의 다음위치를 추적한다. 그런다음 영상의 움직임 정보를 반영하는 특징점으로부터 이동체를 잡음물체와 구별하기 위하여 꼭지점 특징의 추적궤적 속성에 따른 군집화 후 잡음 움직임을 제거하게 된다. 마지막 단계로서 필터링된 특징점들의 중심위치를 구한후 카메라 중심으로 이동하도록 카메라를 구동시킨다.

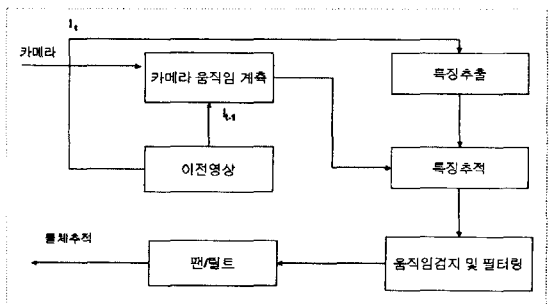


그림 1. 전체 물체 추적 알고리즘 구성
Fig. 1. Overall object tracking algorithm

1. 카메라 움직임 계측

팬틸트에 의해 구동되는 카메라 움직임과 독립적인 물체 움직임의 양이 작다는 가정하에, 카메라에 의한 영상은 수평(x), 수직(y)방향 이동으로 볼 수 있으며, 현재영상 It와 이전영상 It-1간의 블록움직임 계측을 통해서 카메라 이동량을 계산하게 된다.

전경 물체들의 움직임은 카메라 움직임이 아니기 때문에, 우선은 팬틸트 카메라에 의해 획득된 현재영상에서 전경움직임과 배경움직임을 식별해야 한다. 이렇게 함으로써, 카메라 움직임 계측은 장면내의 전경 움직임에 의해 방해받지 않는다.

배경과 전경의 움직임 분리는 블록기반 움직임 계측에 기반하고, 이 분리는 지배적 움직임 추출과 배경 영역 추출의 2개의 단계들을 가진다.

먼저, 블록기반 움직임 계측을 위해, 그림 2(a)와 같이 320x240 해상도의 영상을 32x24블록들로 나누고, 최대 표준편차를 가진 9x9 윈도우 영역을 추출하게 된다. 이때 낮은 대조영역들 안에서 결과로서 생기는 움직임 벡터들은 신뢰할 수 없다. 이 문제를 극복하기 위하여, 적절한 임계값(Threshold)보다 적은 표준편차를 가진 신뢰할 수 없는 블록들을 제외한다.

그림 2(b)는 이전영상과 현재영상의 9x9윈도우 영역을 비교하여 카메라의 움직임 벡터를 추출한 영상이다. 움직임 벡터는 현재영상과 이전영상의 추출된 9x9 윈도우 영역들 중에서 대응되는 위치의 블록들의 변위를 나타낸다.

그런다음 블록 벡터들의 군집화를 통해 지배적인 움직임을 구한다. 이때 지배적인 움직임에 의해 움직이는 영역들은 배경으로서, 그렇지 않은 것은 전경으로서 식별된다.

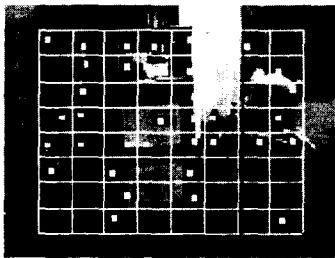
배경 움직임을 추출하기 위해서 다음과 같은 단계들을 거쳐서 지배적인 움직임을 계산하게 된다.

- (1) 모든 블록움직임 벡터들에 대하여 움직임 벡터가 사용된 횟수를 계산한다.
- (2) 첫번째와 두 번째로 많이 사용된 움직임 벡터들을 지배적인 움직임 후보로 선택한다.
- (3) 2개의 후보 움직임 벡터들을 평균한다.
- (4) 마지막으로 블록의 움직임이 지배적인 움직임과 유사하다면, 이 블록을 배경 블록으로서 간주하고 그렇지 않으면 전경움직임 블록이나 혹은 잡음 블록으로 간주하여 제외시킨다.

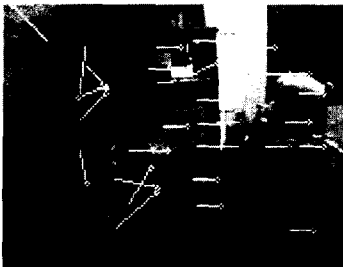
그림 2(c)는 지배적인 움직임이 아닌 움직임을 제외하고 전역 움직임을 계측하여 배경 움직임 영역을 추출한 것이다.

2. 전경물체 추적

장면내의 전경움직임 추적을 위해 배경 움직임 영역을 제외한 영역에서 모든 꼭지점 특징들을 추출하고 추적한다[8][9][10]. 하나의 꼭지점 특징이 추출되면, 그 다음의 새로운 이미지에서 발견될 수 있는 위치를 추적할 수 있도록 현재의 특징점 위치에서 일정영역을 충분히 설정해준 다음 현재의 위치에서 정규화 된 상관정합을 이용하여 특징의 위치를 찾는다. 이때, 상관정합을 위한 템플리트를 새로운 특징위치 영역으로 갱신한다. 그런다음 계산된 카메라 이동량을 현재 특징점 좌표에 더하여 카메라 움직임에 의한 이동량을 보정해주며, 특징점 추적을 하기 위해서 위 과정을 반복하게 된다.



(a)선택된 9X9 영역



(b)추출된 블록 벡터



(c)배경 움직임 추출

그림 2. 카메라 움직임 계측

Fig. 2. Camera motion estimation

2.1 특징추출

특징추출에서는 입력된 영상에서 움직임으로 추정할 수 있는 부속 정보를 추출하기 위해 꼭지점 추출 영상처리 기법을 적용하여 움직임 물체의 특징점으로 추출하고 이 특징들을 추적한다. 꼭지점을 추출하기 위해 7x7 또는 9x9의 사각형 윈도우 영역을 x와 y 방향으로 미분을 취한후, 다음과 같은 2x2 Z행렬을 구한다.

$$Z = \begin{bmatrix} \sum_w g_x^2 & \sum_w g_x g_y \\ \sum_w g_x g_y & \sum_w g_y^2 \end{bmatrix}$$

$$g_x = \frac{\partial I}{\partial x}, g_y = \frac{\partial I}{\partial y} \tag{1}$$

이 행렬의 고유값(Eigenvalue)이 λ_1 과 λ_2 라고 할 때, 두 값이 크게 되면 이 영역은 x및 y방향으로 영상의 밝기변화가 큰 꼭지점을 나타낸다. 따라서 두 값의 최소값이 주어진 임계값 FTH (Feature Threshold) 이상이면 특징으로 검출된다.

2.2 특징 추적

하나의 꼭지점 특징이 추출되면, 그 다음의 새로운 화면에서 발견될 수 있는 위치를 효율적으로 추적할 수 있도록, 선형 칼만 필터에 기반한 추적 알고리즘을 이용한다[11][12]. 또한 여러 개의 특징들을 동시에 추적하기 위해, 각 특징마다 위에서 정의된 하나의 칼만 필터를 적용하여 예측을 하고, 추적이 진행되면서 각 특징들은 자신의 칼만 필터 변수를 갖게 된다.

추적하는 특징점의 움직임 모델로 다음과 같은 간단한 다항식 형태의 수식이 정의된다. 즉, 이산 시간 k일 때의 특징의 위치가 $t(k)$ 이고, 이산시간 k+1일 때 특징의 움직임 변위는 $t(k)$ 이다.

$$t(k+1) = t(k) + \Delta t(k) \tag{2}$$

이때 움직임 변위 $t(k)$ 의 예측을 위하여 선형 칼만 필터를 이용한다. 일반적으로 칼만 필터는 관측 오류에 기반하여 시스템 상태 $x(k)$ 를 예측하게 된다. 측정하기 위한 시스템의 상태 $x(k)$ 를 다음 식(3)과 같이 특징점 중심의 위치 변화 값 $t(k)$ 의 x및 y성분으로 갖는 2차원 벡터로 정의한다.

$$x(k) = \Delta t(k) = \begin{pmatrix} \Delta x_center(k) \\ \Delta y_center(k) \end{pmatrix} \tag{3}$$

측정하려는 상태변수가 선형적 천이 관계를 가진다고 가정하면, 상태 천이 방정식은 식(4)와 식(5)와 같이 정의된다.

$$x(k+1) = \Phi(k, k+1)x(k) + w(k) \tag{4}$$

$$\Phi(k, k+1) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{5}$$

여기서 $\Phi(k, k+1)$ 는 단위 이산시간 동안의 상태변수의 천이 관계를 나타내며, 시간에 따른 중심의 변화 값을 같다고 가정한다.

또한 시스템의 상태변수와 같은 성분의 관측치가 측정되기 때문에, 식(6)과 식(7)과 같이 선형 관측 방정식이 정의된다.

$$z(k) = H(k)x(k) + v(k) \tag{6}$$

$$H(k) = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{7}$$

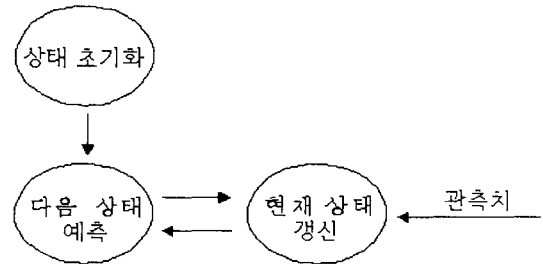


그림 3. 추적 동작
Fig. 3. Tracking operation

그런다음, 식(3)부터 식(7)의 선형 칼만 필터의 시스템 모델과 관측 모델로부터 유도된 회귀적 칼만 필터 알고리즘을 특징 추적에 적용한다. 추적 추적에 적용한 알고리즘의 동작은 그림 3에 나타난 것과 같이 상태변수 초기화, 다음 상태변수 예측 및 현재의 상태변수 갱신의 세 가지 단계로 이루어져 진행된다.

초기화 단계에서는 물체의 특징점들이 검지된

후, 연속된 두 프레임의 측정값으로부터 중심의 변화 값을 계산한 후 상태변수 $\hat{x}(0)$ 와 에러 상관행렬 $P(0)$ 를 초기화한다.

다음상태 예측단계에서는 수식 (8), (9)에 의해 특징의 다음 상태를 예측한다.

$$\hat{x}_{k+1}^- = \Phi_k \hat{x}_k \tag{8}$$

$$P_{k+1}^- = \Phi_k P_k \Phi_k^T \tag{9}$$

현재상태 갱신단계에서는 예측한 위치의 근처에서 정규화 된 상관 정합 (Normalized Correlation Matching)을 이용하여 특징의 정확한 위치를 관측한다. 그런 다음, 관측 값을 이용하여 예측된 상태를 보정하는 과정이 식 (10), (11), (12)를 이용하여 반복된다.

$$K_k = P_k^- H_k^T (H_k P_k^- H_k^T + R_k)^{-1} \tag{10}$$

$$\hat{x}_k = \hat{x}_k^- + K_k (z_k - H_k \hat{x}_k^-) \tag{11}$$

$$P_k = (I_k - K_k H_k) P_k^- \tag{12}$$

3. 특징계적 필터링

영상의 국부적인 움직임 정보를 반영하는 특징 기반 추적계적으로부터 전경물체 영역을 안정되게 추적하기 위하여, 동일물체는 비슷한 형태의 특징계적을 갖는 성질을 이용하여 전경물체가 아닌 특징계적을 제거한다. 이러한 필터링을 위해 전단계에서 추적된 특징점의 위치, 평균이동속도 (average moving speed), 평균이동량 (average moving magnitude) 등이 속성으로 이용된다.

영상의 움직임정보를 반영하는 특징점으로부터 이동체를 잡음과 구별하기 위하여 특징추적단계에서 계산되어진 이동량을 사용하여 움직임 모션과 잡음 모션을 구별한 후 잡음모션을 제거하게 된다.

먼저, 각 매개 변수의 유효 신호 범위(dynamic range)를 정규화 한 후 K-means 알고리즘을 3-매개 변수에 대하여 확장하여 군집화를 행한다. 구성 점 q 의 전체집합을 U 라고 하면,

$$U = \{q_0, q_1, q_2, \dots, q_n\} \tag{13}$$

이다.

먼저, 전체 집합 U 의 원소의 1차 모멘트를 초기

중심벡터 \vec{m}_0 로 설정한다. 집합 U 의 모든 원소와 \vec{m}_0 와의 표준편차 σ_0 가 임계 값보다 큰 경우 새로운 군집의 중심 벡터 \vec{m}_1 을 식 (14)와 같이 설정한다.

$$\vec{m}_1 = \vec{m}_0 + K\sigma_0, \quad K: constant \tag{14}$$

집합 U 의 모든 원소와 \vec{m}_0, \vec{m}_1 과의 유클리디언 거리(Euclidean distance) $d(\vec{m}_0, q_k), d(\vec{m}_1, q_k)$ 를 기반으로 각 원소의 소속 군집 점들을 재 할당한다. 즉, 식 (15)의 기준에 의하여 각 원소와 두개의 중심벡터 \vec{m}_0, \vec{m}_1 과의 거리를 계산하여 \vec{m}_0 와 가까우면 군집 0, \vec{m}_1 과 가까우면 군집 1로 각 원소를 재 할당한다.

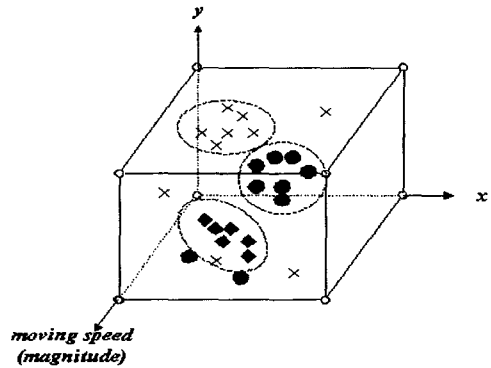


그림 4. 특징 공간상에서 특징점의 군집화
Fig. 4. Clustering in Multi-dimensional feature space

따라서, 새로이 구성된 군집의 집합은

$$C_0 = \{q_{00}, q_{01}, q_{02}, \dots, q_{0n}\}, \quad 1 \leq x_0 < n$$

$$C_1 = \{q_{10}, q_{11}, q_{12}, \dots, q_{1k}\}, \quad 1 \leq x_1 < n \text{ and } x_0 + x_1 = n \tag{15}$$

와 같이 표현된다. 여기서, x_0, x_1 은 각각 군집의 집합 C_0, C_1 의 원소의 수이다. 다음은 집합 C_0, C_1 의 원소들로부터 새로이 1차 모멘트 \vec{m}_0, \vec{m}_1 을 구한 후 집합 U 의 모든 원소에 대하여 $d(\vec{m}_0, q_k), d(\vec{m}_1, q_k)$ 을 재 계산한 후 \vec{m}_0, \vec{m}_1 에 의하여 분류된 군집의 원소들을 재 할당하는 과정을 거친다.

이 때, 각 군집의 표준편차 σ_k 가 정해진 임계 값보다 작을 때 까지 위의 연산을 반복한다. 이렇게 하여 각 구석 점들로 이루어진 군집의 집합 C_k 를

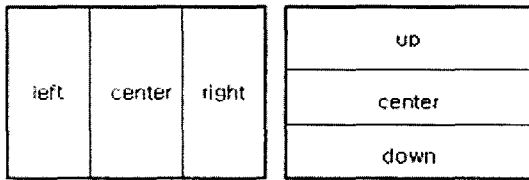
$$C_k = \{q_{k0}, q_{k1}, q_{k2}, \dots, q_{kn_k}\},$$

$$1 \leq x_k < n \text{ and } x_0 + x_1 + \dots + x_k = n \quad (16)$$

와 같이 구할 수 있다. 여기서 x_k 는 k번째 군집의 원소의 수이다. 이상과 같은 군집화 과정을 통하여 이동속성이 같은 특징 점들을 구분하였다.

4. 팬틸트 동작

본 시스템에서는 먼저 x축 방향의 신호를 처리한후 y축 방향의 신호를 처리하도록 하였다. 그림 5와 같이 이미지를 세부분으로 구분하였다.



(a) X축 방향

(b) Y축 방향

그림 5. 팬틸트 신호영역 구분

Fig. 5. Pan-tilt control region classification

필터링을 통한 특징점들의 중심 위치가 그림 5와 같이 각각의 영역에 위치할 경우 중심 영역에 해당하는 팬틸트 구동신호를 시리얼 통신을 통해서 보낸다. 특징점들의 중심 위치는 면적중심법을 이용하여 계산하였다.

$$Cx = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N Fx \quad Cy = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N Fy \quad (17)$$

*Cx(x축 무게중심), Cy(y축 무게중심), Fx(특징점 x좌표), Fy(특징점 y좌표)

III. 실험결과

다음 그림은 실내환경에서의 실험결과를 보여주고 있다. 카메라는 팬틸트와 연결되어 있으며, 최대 회전속도는 약 1.92 rad/sec 이다.

그림 6은 6개의 고유값의 임계값 변화에 따른 특징점들을 보여주고 있다. 그림과 같이 높은 임계값을 갖을수록 특징점이 줄어드는 것을 알수 있다. 본 논문에서는 고유값의 임계값 FTH로 1000을 사용하였다.

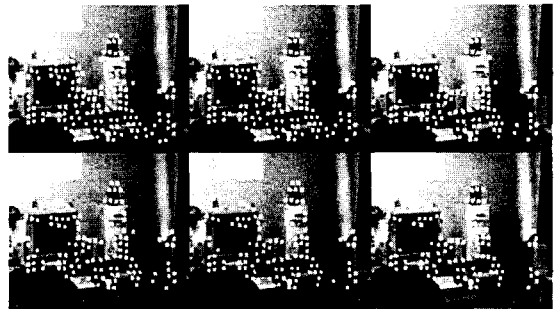
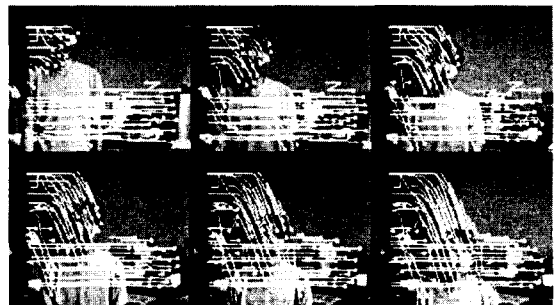


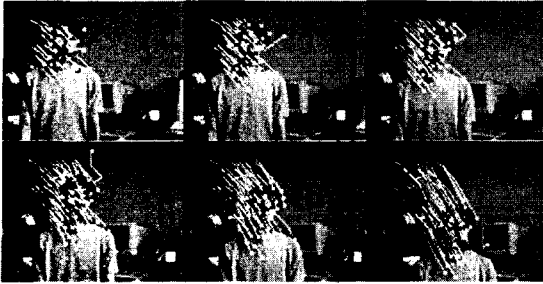
그림 6. 특징 공간상에서 특징점의 군집화 고유값의 임계값 변화에 따른 특징점(300~1600+300)

Fig. 6. Clustering in multi-dimensional feature space feature detection for 6 eigenvalue thresholds

다음 그림 7은 카메라가 좌로 이동하고 있고, 사람은 아랫방향으로 이동하는 상황에서의 특징추적 결과이다. 그림 7(a)는 광역움직임을 보상하기 전의 지역움직임과 광역 움직임을 보여주고 있으며, 그림 7(b)는 광역움직임을 보정한 후의 광역움직임을 제거된 지역움직임만을 보여주고 있다.



(a)



(b)

그림 7. 광역움직임 보상결과 (a) 보상전 (b) 보상후
Fig. 7. Global motion compensation result (a) before compensation (b) after compensation

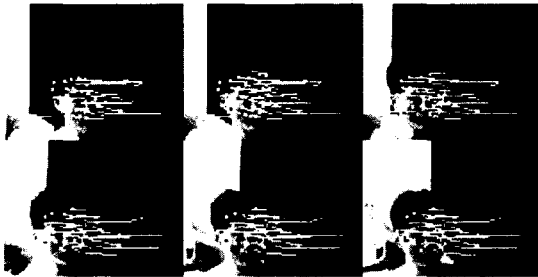


그림 8. 오른쪽 방향 이동시 추적 결과 (상하, 좌우)
Fig. 8. Tracking results for the scene of right moving person. (top to bottom, left to right)

그림 8은 사람이 왼쪽에서 오른쪽 방향으로 이동을 하였을 경우, 그림 9는 사람이 오른쪽에서 왼쪽 방향으로 이동을 하였을 경우의 추적 결과를 보여주고 있다. 그림 8에서 보는바와 같이 카메라의 이동에 의한 광역 움직임은 제거되고 지역움직임만을 보여주게 된다. 카메라는 팬틸트를 통해 지역움직임의 중심위치로 이동되어진다.

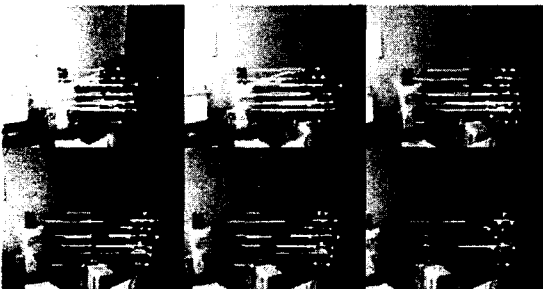


그림 9. 왼쪽 방향 이동시 추적 결과 (상하, 좌우)
Fig. 9. Tracking results for the scene of left moving person. (top to bottom, left to right)

그림 10은 실내에서 이동중인 사람을 추적하는 시퀀스이다. 보는바와 같이 지역움직임의 중심을 십자 마크로 나타내고 있다.



그림 10. 실내에서의 추적 결과
Fig. 10. Tracking results for the scene in the room. Frames shown here are (top to bottom, left to right) numbers 202, 205, 208, 211, 214, 217

IV. 결 론

본 논문에서는 능동카메라 환경에서 카메라의 움직임에 의해 배경에서 유발되는 광역움직임과 물체에 의해 발생하는 지역움직임을 분리한 후 물체의 중심위치와 카메라의 중심이 일치되도록 카메라 팬틸트를 제어하여 물체를 추적하는 새로운 특징기반의 이동체 추적 알고리즘을 제안하였다. 제안된 방법은 실내환경에서 취득한 몇 개의 비디오 시퀀스에 적용하였으며, 단일의 이동체를 추적하는데 좋은 추적결과를 보였다.

참고문헌

- [1] Rouke, O., Badler, "Model-based Image Analysis of Human Motion using Constraint Propagation," IEEE Trans. on PAMI, Vol.3, No.4 pp.522-537, 1980.
- [2] Johansson, G., "Visual Perception of Biological Motion and a Model for Its Analysis." Perception and Psychophysics, Vol.14, pp.

201-211, 1973.

[3] Gould, K., Shah, M., "The Trajectory Primal Sketch: A Multi-Scale Scheme for Representing Motion Characteristics," IEEE Conf. of CVPR, pp.79-85, 1989.

[4] Murray, D., and Basu, A., "Motion Tracking with an Active Camera," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 16, No. 5, pp.449-459, May 1994.

[5] Smithn, S.M., "ASSET-2:Real-Time Motion Segmentation and Object Tracking," Defense Research Agency Technical Report- 95SMS2, pp.1-25, 1995.

[6] Gennery, D.B., "Tracking known 3-D objects," Proceedings of AAAI 2nd. Nat. Conference on Artificial Intelligence, pp.13-17, 1982.

[7] Anderson, C.H., Burt, P.J., and van der Wal, G.S., "Change detection and tracking using pyramid transform techniques," Proceedings of SPIE Conference on Intelligence Robots and Computer Vision, pp.300-305, 1985.

[8] Forstner, W., Gulch, E., "A Fast Operator for Detection and Precise Location of Distinct Points, Corners, and Centers of Circular of Features," Proc. of the Intercommission Conf. On Fast Processing of Photogrammetric Data, pp.281-305, 1987.

[9] Beymer, D., McLauchlan, P., Malick, J., "A real-time computer vision system for measuring traffic parameters," Proc. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 12, pp. 495-501, 1997.

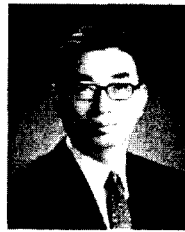
[10] Jung, Y.K., Ho, Y.S., "Robust Vehicle Detection and Tracking for Traffic Surveillance," Picture Coding Symposium'99, pp.227-230, 1999.

[11] Rao, B.S.Y., Durrant-Whyte, H.F., Sheen, J.A., "A Fully Decentralized Multi-Sensor System For Tracking and Surveillance," The International Journal of Robotics Research, Vol. 12, pp.20-44, 1993.

[12] McFalane, N., Scholfield, C., "Segmentation and Tracking of Piglets in Images," Machine Vision and Application, Vol. 8, pp. 187-193, 1995.

저자소개

정영기(Young-Kee Jung)



1986년 서울대 공대 전기공학과 학사

1994년 한국과학기술원 전기전자과 공학석사

2003년 광주과학기술원 정보통신과 공학박사

1986년-1999년 LG산전(주) 연구소 선임연구원

1999년- 현재 호남대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야 : 영상처리, 3D영상복원

호요성(Yo-Sung Ho)



1981년 서울대 공대 전자공학과 학사

1983년 서울대 공대 전자공학과 공학석사

1987년 미국 University of California, Santa Barbara 전자 및

전자 및 컴퓨터 공학과 공학박사

1983년-1994년 ETRI 선임연구원

1995년-현재 광주과학기술원 정보통신학과 교수

※ 관심분야 : 영상처리 및 통신, 3D영상복원